

# Study on shape memory characteristics and recovery : recrystallization processes in Ti-Pd-Ni high-temperature shape memory alloys

著者	許 亜
内容記述	Thesis (Ph.D. in Engineering)--University of Tsukuba, (A), no. 1704, 1997.3.24
発行年	1997
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/2563">http://hdl.handle.net/2241/2563</a>

氏 名(国 籍)	許 翬 (中 国)
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 1,704 号
学位授与年月日	平成 9 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	工 学 研 究 科
学 位 論 文 題 目	Study on Shape Memory Characteristics and Recovery・Recrystallization Processes in Ti-Pd-Ni High-Temperature Shape Memory Alloys (Ti-Pd-Ni 高温形状記憶合金における形状記憶特性と回復・再結晶過程の研究)
主 査	筑波大学教授 工学博士 大 塚 和 弘
副 査	筑波大学教授 工学博士 若 槻 雅 男
副 査	筑波大学教授 工学博士 戸 叶 一 正
副 査	筑波大学助教授 工学博士 宮 崎 修 一
副 査	早稲田大学客員教授 工学博士 古 林 英 一

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究は高温形状記憶合金として期待されている  $\text{Ti}_{50}\text{Pd}_{50-x}\text{Ni}_x$  ( $x = 0 \sim 30$ ) 合金の形状記憶特性と回復・再結晶過程を高温引張試験, DSC (示差走査熱量計) 測定, 硬度測定, 電子顕微鏡観察等の手法を用いて, 系統的な研究を行ったものである。

これらの合金では, 溶体化処理と呼ばれる普通の熱処理材では, すべりの臨界応力が高温で急激に低下するため, 優れた高温形状記憶特性の得られないことは既に明らかになっているが, これに適当な加工熱処理 (400℃での焼鈍) を施すことにより, 高温形状記憶特性を顕著に改善できることを  $x=20$  の合金に対し示すと共に, 適当な熱処理は回復により延性を取り戻す過程であることを電顕観察により明らかにした。更に興味深いのは,  $x=10$  の合金の場合には, 上記焼鈍温度が  $A_s$  点 (逆変態開始温度) 以下となるため, 上記温度で焼鈍しても形状記憶特性は得られないが, この合金をまず加工後高温の母相領域で短時間 (例えば 1 min) 焼鈍した後上記温度で焼鈍するという 2 段階焼鈍を行えば, 良好な形状記憶特性の得られることを明らかにし, 更にその原因を以下で述べる回復・再結晶過程の研究によって明らかにした。

続いて, 硬度測定, DSC 測定及び電顕観察による回復・再結晶過程の研究においては, まず温度上昇に伴う加工後の硬度軟化が 2 段階に起こることを見出し, 大部分の硬度軟化は 1 段目に起こることを示した。次にこの硬度軟化と DSC 測定の結果を対比させることにより, 1 段目の硬度軟化と逆変態温度はほぼ一致し, 両者の間に極めて強い相関のあることを見出した。即ち焼鈍温度の上昇に伴って回復・再結晶は, 逆変態を追いかけように進行していくことを見出し, その原因を以下のように解釈した。高温側の母相は B2 型の構造であるのに対し, 低温側のマルテンサイト相は斜方晶の稠密構造であるため, 両相の間で拡散速度に大きな差がある。つまりマルテンサイト相では拡散速度が極めて遅いため, 回復・再結晶は進行できず, 逆変態で母相になるのを待って回復・再結晶が進行すると考えられる。この際特に, 母相-マルテンサイト相界面は原子が不安定なため回復・再結晶に対する寄与が大きいと考えられる。上記結果は, 1 時間の等時焼鈍に対する結果であるが, 1 分間の短時間焼鈍の実験も行い, 両者の間で軟化曲線に大きな差のないことを見出した。これは上述した機構を強く支持するものである。更に研究を進めて,  $x=0$  の合金では, 長時間焼鈍をすればマルテンサイト状態でも

再結晶の起こることを見い出した。即ち格子不変変形のない, irregular な界面を持つマルテンサイトの生成を実現すると共に, 再結晶過程を見ることに成功した。この結果は Ti-Pd 系の状態図の再考を催すものとしても重要である。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

著者は高温形状記憶合金の加工熱処理による特性改善の方法を示すと共に, その機構を電顕観察によって明らかにした。更にこれらの合金の回復・再結晶過程と逆変態の間の極めて強い相関を見い出し, その機構を明らかにした。これは極めて興味深い成果であると共に, 回復・再結晶という研究分野の新しい発展の方向を示唆していると思われる。又, マルテンサイト状態での再結晶も大変興味深い現象であり, 今後の発展を期待したい。以上の興味深い成果は著者のたゆまぬ努力の賜であり, その労を多としたい。

よって, 著者は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。